

ARM 实验室建设过程中的研究生教学实践^{*}

原亮 张政保 寇应展

(军械工程学院 计算机工程系, 河北 石家庄 050003)

[摘要] 根据创新型人才培养的实际需要, 对我院计算机专业硬件类研究生教育过程中的教学模式和实验内容进行了局部调整和完善。为此, 需要建立较有特色的新型实验环境。在从先进性、稳定性、专业性、拓展性等诸多方面予以综合考虑并完成整体规划的基础上, 该项工作主要依托在读硕士研究生团队予以具体实现。通过坚持面向实际、逐级深入、强化积累的实施原则和落实导师跟班、快速磨合等具体方法, 既增强了研究生的团队意识, 又促进了他们个性的发展和工程实践能力的提高, 并使各项相应工作得以顺利完成。

[关键词] 研究生教学; 硬件实验; ARM; 实验技术

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874 (2007) 04-0060-03

为了结合目前测控领域中计算机技术更新和装备发展的需要, 我院计算机专业按照自身特色建立了基于 ARM 技术的嵌入式系统实验室。在相应的实验平台研制和实现方面, 无论是从工程设计或是技术实现, 均主要依托在读的硕士研究生群体进行。经过多届研究生的技术积累和卓有成效的工作, 实验系统完全达到了设计目标。同时, 亦进行了研究生教育和培训新方法的尝试, 取得了较好的效果。

一、嵌入式实验环境建立与研究生选题

(一) 认识硬件类研究生教育中存在的问题

鉴于计算机硬件类理论及应用的研究多需结合专用设备或实际系统进行, 方法复杂且花费较大, 使得一些研究生的相关课程因缺乏必要的实验条件而使教学工作难以深化。有时虽可借助于一些软件工具对某一系统或是某一实验进行模拟和仿真, 但效果毕竟有限。从而, 导致了許多重要内容不能通过实际设备和手段予以证实, 致使研究生对所学知识无法透彻理解和实质性的掌握。其结果是直接影响了后续课程的学习和选题范围的设定, 难以做出有价值的具体成果或撰写较高水平的学位论文。至于如何进行主动创新、深化思考或培养动手能力, 则更是无从谈起。因此, 在许多与装备信息化相关的工作岗位上, 部分毕业研究生的水平很难满足相应的要求, 无法完成任务。

(二) 建立适合研究与应用的综合平台

嵌入式系统的研究是通向装备信息化应用领域的必由之路。因此, 可望藉此实现装备信息化的良机使计算机硬件方向的研究生直接进入较高的研究层次, 并能够使其从学术探讨的深度、应用研究的广度协助导师在这一领域进行综合分析, 力图突破现行测控工作的常规模式, 将传统的待解问题或难以提高的性能指标置于概念新颖、机制独特的 ARM 单片机、嵌入式操作系统及其应用程序开发环境

中, 使测控系统能够依靠 ARM 技术得到“硬保障”, 进而依靠定制操作系统、建立开发平台等工作, 以“软增强”方式实现过去所不曾达到的战术技术指标。进而, 研究生可以从计算机硬件和底层设备的角度, 作为技术主力直接参与现有或潜在的科研项目, 从事在学术和应用领域处于较为前沿的 ARM 实验室的建设工作, 并且可以协助制定系统完善的长远规划, 稳定、高效地建立一种基于新技术和新器件、可供积累、继承与创新的综合实验平台。

(三) 依靠接力研究机制进行整体选题规划

新型环境的建立, 可为硬件等各类研究生的选题提供极为广阔的参考空间和灵活的实现方式。然而, 仅仅依靠一两届研究生的确无法完成整个新型实验平台的开发和后续的升级和应用。因此需要建立一个完整的接力研究机制, 在行政上以制度方式落实该项工作的有效性和连续性。研究生决不仅仅应该参与导师所承担的科研项目, 而且要为相应的实验和工作环境做出一定的贡献, 即在“前人”完成的基础上继续工作, 再努力为“来者”铺平道路。

二、研究生所承担任务的目标与原则

(一) 以求“新”为目标的先进性原则

计算机的飞速发展使得软硬件及其基本理论与方法发生重大变化的周期大大缩短。ARM 单片机就是在目前条件下新颖、成熟的计算机技术的精练与整合, 非常适合用于计算机硬件领域的教学和开发之中。ARM 嵌入式系统体系包括了系统级、模块级和芯片级的不同结构, 反映出了计算机最新的组成原理与系统结构等主要的前沿内容。特别是, 可靠的商用技术与新型的开放结构可以成为一种良好操作并灵活掌握的先进性原则, 使得高性能、低功耗、小体积、轻型化的实验和实用系统能够在硕士研究生正常教学环节中迅速得以实现。通过引起他们强烈的好奇心和求

* [收稿日期] 2007-01-23

[作者简介] 原亮 (1955-), 男, 山东青岛人, 硕士, 军械工程学院教授。

知欲, 可使相关教学的方式与内容均“焕然一新”。

(二) 以求“实”为目标的稳定性原则

从技术角度而言, 嵌入式系统是在物理结构、运行环境、处理内容等方面均取决于宿主系统的专用计算机。与通用计算机相比, 应用范围更广, 实现要求更高, 但直观性更差, 更难于理解。所以, 在目前相关方面的研究尚无统一模式的情况下, 必须从底层做起, 逐渐充实, 环环相扣, 稳步前进。在形式上虽然是实验室的工程项目, 但在内容上应以理论研究的方式来认真对待。因此, 嵌入式系统能够使得硬件课程教学、实验和相关软件稳定于一个具有较高技术含量的实验环境之中, 以实际设备为器材、实际应用为背景、实际要求为目标, 更加灵活、生动和有效地进行长期、稳定、可持续发展。

(三) 以求“深”为目标的专业性原则

计算机专业硬件类研究生在计算机领域中的设计能力与水平上应能够明显高于非硬件方向的研究生, 因为其教学深度已经达到计算机整机教学领域中所能接触到的最终层次——计算机系统的设计和实现。特别是, 嵌入式系统为了适应恶劣的工作环境, 其综合要求较之普通计算机有了实质性的提高。另外, 在注重运算速度的提升、数值计算的精度和存储容量的增加方面, 有着更为严格的指标。这些非常苛刻的先决条件要求硬件方向的研究生具有强烈的敬业精神和深邃的专业理解。通过常规讲授和实验设备的制作过程, 使其既能打好计算机理论、方法等领域中坚实的基础, 又要能得到整机内部运作方式透彻的领悟。特别是亲自设计、实现部分硬件结构以及剪裁、定制操作系统以后, 深刻体会到从事专业的设计工作所需精湛的技巧和严密的思路。

(四) 以求“宽”为目标的拓展性原则

对嵌入式系统的掌握, 无疑就是对整个计算机软硬件及其相关应用的整体掌握, 需要综合的知识、能力和技巧。然而, 一个研究生的学习时间有限, 若希望依靠独立工作进行整体、全面的掌握, 其难度太大。所以, 只能在细化研究模式的基础上, 合理分工, 然后通过项目团队有机地交流和协作, 才能共同完成。因此, 对项目组中的每一个研究生来说, 初期只是要求对总体设计能够看懂、粗通, 进而在实现过程中逐步熟练、求精。在相关方向上将各个知识点融会贯通后, 自行完成“连点成线”的工作, 确保每人均能克服依赖思想, 透彻掌握并高质量地完成自己负责的具体内容。同时, 切实做好横向接口及说明, 以进行相互的协调和沟通, 便于进行各个分系统的后期总体拼装, 并提供他人参考。经过“互通有无”, 使得项目集成了多个局部技术的“线性”成果, 可实现“拓宽为面”, 即完成整个系统。每人做出贡献后的回报, 正是共享了项目组的整体成果和资源, 在总体方面达到尽可能的“宽度”。

三、实现过程中导师的作用及方法

(一) 确立技术路线: 更新观念, 三项优先

鉴于本实验室建设具有较大的技术难度和较为宽广的

实验和应用领域, 因此首先注重了基础环境以及相关的底层技术体系的建立, 并严格掌握一个整体原则和两个技术原则。整体原则是: 当一种可行的新技术与已经熟悉的传统方法发生矛盾的时候, 宁可损失进度, 也要保证新技术的采用, 即“技术优先”。技术原则为: 在资金允许的前提下, 能用硬件就不用软件, 以尽量加快其运行速度, 即“速度优先”; 只要条件许可, 各类硬件板卡尽量选配高集成度的元器件, 尽量缩小体积、减轻重量、降低功耗、以利便携, 使学生能够很方便地将实验设备、器材带离实验室, 到宿舍等其它地方继续完成实验, 即“携行优先”。这种方式与认为学生实验不必使用高性能实验器的传统想法以及学生实验必须在实验室进行的常规做法大相径庭。由此而产生的实验器整体设计思路与过去以“量大、廉价、满足基础实验”为主要考虑内容的设计观念已是截然不同。

(二) 明确基本要求: 面向实际, 立足通用

嵌入式实验系统项目来源于深化教学 and 实际工作的具体要求, 在软硬两个方面均具有较高的技术含量和实现难度。因此, 需在研究过程中进行不懈的理论探索和具体实现, 时刻要考虑到与后续的教学要求和潜在的科研项目的结合, 以期在此基础上做到“可持续发展”。进而, 需要特别注重两个方面的问题。首先是结构规范化, 确定一种开放式的架构和可供组合的功能, 以方便系统的搭建以及完成后仍可进行重组和变更; 其次是模块标准化, 在硬件环境、系统功能、程序设计等方面均采用模块化的方式, 以利形成不同的功能集合。

(三) 细化研究模式: 层层分解, 逐级深入

在系统设计的过程中, 首先需要彻底杜绝急功近利的思想和做法。明确并坚持既定的研究方向, 在整体上导师把握, 在技术上学生操作。特别是要求研究生详细做好分步规划, 并且实事求是、认真负责地对待项目中的每一个细节、每一点承诺。在理论层面上进行严格的论证后, 再从技术上进一步予以分解、深入、细化, 落实到人。在每一次细化过程中, 均需考虑可扩展性、协同工作能力、可移植性、可伸缩性, 以及一旦发生局部环节变动时, 可供调整的余地。尽管每人的工作范围较窄, 但深度要求明确。这种逐级深入的结果是在完成任务的同时, 很容易找到进行相关方面的学术研究和出席学术活动的切入点, 以通过发表文章、参加学术会议等方式来与外界沟通交流、开拓眼界, 并为最终学位论文的撰写进行相关素材的早期准备。

(四) 稳定选题方向: 强化积累, 注重衔接

实验环境的方案规划以及后续装备信息化项目的前期研讨、内部确认过程实际上可以看作一种相应的论证和评审。因此, 在此基础上进行研究生题目的选定时, 方向会更加明确, 任务则更加清晰, 实现起来就更有把握。进而, 更有助于完成理论性较强的基础研究工作。这亦使例行的研究生选题能在可持续、实用化方面有所侧重, 以期实现数届研究生在某一方向上进行的接力研究, 注重整体方向和内容的衔接与递进, 避免低层次的循环和重复。从而, 可望做到着手细节、放眼全局、加强纵向的技术积累与继

承,为后续的创新实现铺平道路。

(五) 落实工作制度: 导师跟班, 进度公示

大部分研究生具有好学上进, 求知欲强的特点。然而, 又多是初出茅庐, 常常在科研方法上难辨是非, 在探求道路上不明方向, 需要导师耐心、经常地予以针对性的关注和辅导。作为导师, 了解学生最为有效的方法莫过于在其明确主攻方向后, 允许他们在课题组中享有全部可用的软、硬件资源, 以充分发挥其才干, 显露其不足。而导师亦应跟班负责, 并且直接承担同一技术层面的部分具体任务, 以便于从宏观管理方面进行把握和协调的同时, 仍能在微观技术领域保持对细节、前沿的敏感和清醒。进而, 再将集中汇报、讨论交流的方式形成“周会”制度予以落实。因此, 可在发现问题、指导工作的过程中, 将所有的任务进展和工作效率等情况公示于项目内部, 以鼓励先进、触动落后。

(六) 实行个性培养: 快速磨合, 平等匹配

研究生教育属于精英教育。严格说来, 应该是基于某一具体研究工作前沿的个性化教育。人的能力各有侧重, 兴趣所在、业务专长等等差异很大。任何无视学生个人特点而无端压抑或轻易否定的做法均将导致其学习积极性和工作热情多受损伤。作为师生相处时, 更需要尽快地相互适应, 甚至是“磨合”。学生要尽快悟己之短, 适应导师的要求。同时, 导师亦应实事求是、因人而异地探其所长, 尊重其个性和特点, 令其得到发挥才能的平台。当然, 技术问题的最终决定权应由具体的实验者掌握, 而不计较其身份是学生还是导师。磨合之后, 师生关系便可在一个平等合作的基础之上相互匹配、分工, 以“因材施教”而换得“教学相长”。

四、嵌入式系统实现效果与相关体会

(一) 切实把握新的契机

在我院特别强调注重教学、改善实验环境的前提下, 结合实际需要尽快开展装备信息化研究的要求, 使得我们能有机会和动力去将过去多年进行的计算机硬件类底层和基础的技术研究积累进行总结和整合, 并下定决心进行综合性、多功能、基于 ARM 技术的嵌入式系统实验室的建立。进一步利用当前的有利时机, 可以调整布局、增加力量, 在新一轮的教学改革中, 通过完善教学和实验环境, 促进整个计算机硬件类教学工作思想和观念的改变、内容和体系的更新以及方法和手段的现代化。

(二) 充分认识学生的潜力

多年来的教学经验表明, 研究生的学习潜力巨大。只要引导得当, 他们可以达到课内学习中的所有指标。更为可喜的是, 每届都有一些出类拔萃的学生能够超越标准而达到一个新的高度。目前在本科教学中所奉行的“主体-

主导- 主动”教学模式仍然可以引导出研究生教学中“趣味性- 应用性- 创造性”的过渡过程。而导师则恰在极其重要的中间环节中起着关键的定向作用。只要能使研究生们较早地认识到嵌入式系统高度的综合性和较强的灵活性, 便可助其建立起“学懂、学通、学会应用”的自主要求与自信心。而他们的发展情况, 又可以明确标定相关教学改革的基本方向。

(三) 建立宽松的讨论环境

导师给研究生授课不仅要讲授最基本的知识, 而且要介绍最前沿的内容。更重要的是, 应该营造宽松的学习环境, 允许学生用质疑甚至是批判性的态度予以讨论和评价。尽管他们的许多初始想法、解决方案多有好高骛远、脱离现实之虞, 但往往其条条框框更少, 愿意接受挑战并更加富有创造性, 各抒己见, 能在讨论和研究过程中取得进展。导师可以协助学生以主动、积极的态度突破师生双方原有的技术局限性, 不仅可以找到许多问题的症结所在, 而且能够拓宽潜在的应用领域和范围。同时, 对于天资聪颖、技高一筹的学生, 导师应自然乐于“不耻下问”, 欣然赞赏“后生可畏”, 并赋其施展身手、独当一面的机会。

(四) 注重整体的培养效果

尽管常有研究生的毕业和补充等人员调整, 团队必须从总体上多年坚持某一固定方向的研究。嵌入式系统实验环境正是在积累了许多研究生前期工作的技术基础上, 先经导师提出框架构想和总体设计, 再由后续的研究生进行技术分解、任务分配, 进而具体实现。在该方向上, 他们能够根据自己的兴趣特点而享有内容选取、方法确定的自由。并且, 既具有技术细节取舍的决定权, 又能在一定程度上自主进行器材的选择和购置。此时, 研究生是主动地和导师一起工作, 而不是简单地为导师而工作。以此, 在最大程度上发挥各自的主观能动性。现在, 所有前期规划在以研究生为主导的团队方式下已经得到了顺利的实现和完善, 为新来研究生的加入和后续工作的进行奠定了坚实的基础, 形成了整体的培养环境和良好的工作模式。

[参考文献]

- [1] 王志英等. 综合性人才创新能力与素质培养[J]. 高等教育研究学报, 2005, (3).
- [2] 毛新军等. 谈研究生科研能力培养: 实践与思考[J]. 高等教育研究学报, 2006, (1).
- [3] 赵国利. 论研究生培养模式多样化[J]. 高教研究与实践, 2006, (4).
- [4] 张骏等. 搭建研究生自主创新能力培养的公共平台[J]. 中国高等教育, 2006, (24).

(责任编辑: 阳仁宇)